

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Dirk HEINRICH, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: CONTINUOUS CHROMATE-FREE FLUIDIZED-BED PIPE COATING

**REQUEST FOR PRIORITY**

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**:  
Application No. \_\_\_\_\_ Date Filed \_\_\_\_\_
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

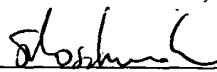
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Germany	102 33 345.9	July 23, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) \_\_\_\_\_  
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
\_\_\_\_\_  
Norman F. Oblon

Registration No. 24,618



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

Stefan U. Koschmieder, Ph.D.  
Registration No. 50,238



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 33 345.9

**Anmeldetag:** 23. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Degussa AG,  
Düsseldorf/DE

**Bezeichnung:** Kontinuierliche chromatfreie Rohrbeschichtung  
durch Wirbelsintern

**IPC:** B 05 D, C 09 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. November 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trade Mark Office.

**Kontinuierliche chromatfreie Rohrbeschichtung durch Wirbelsintern**

Beschichtete Rohre für die Automobilindustrie werden bisher mittels Verwendung von Chrom VI-Verbindungen (Chromate) hergestellt. Chromate werden gebraucht, um beim bisher angewendeten Extrusionsverfahren sehr gute Haftwerte zu erzielen. Dazu werden chromatierte Rohre eingesetzt, auch Aluminiumrohre werden chromatiert, Stahlrohre werden zunächst aluminisiert, bevor diese dann chromatiert werden. Ab dem Jahre 2003 werden jedoch von der Automobilindustrie chromfreie Rohre gefordert.

Aufgabe der Erfindung war es, ein neues Verfahren bereitzustellen, welches die kontinuierliche chromfreie Rohrbeschichtung ermöglicht. Verfahren zur kontinuierlichen Beschichtung von Rohren sind bereits bekannt. So wird in der Zeitschrift „Kunststoffe“, 57. Jahrgang, Heft 1, Seite 21-24 ein Verfahren beschrieben, mit dem Rohre mit PVC durch Wirbelsintern beschichtet werden, allerdings wird darin nicht auf gute Haftwerte und homogene Schichtdickenverteilungen eingegangen. Es lassen sich damit nicht die wesentlichen Anforderungen der Automobilindustrie erfüllen.

Die Nachteile des Standes der Technik, insbesondere die Haftwerte und die Schichtdickenverteilung, auch bei dünnen Schichten (120 – 150 µm) konnten nun mit einem Verfahren gemäß den Patentansprüchen überwunden werden.

Die Anlage arbeitet bevorzugt automatisch und kontinuierlich und dient zur Außenbeschichtung von Rohren durch Wirbelsintern. Sie besteht aus den folgenden Teilen:

- 1) der Vorbehandlungsanlage zum Reinigen der im Anlieferungszustand meist fettigen Rohre;
- 2) dem Primer-Haftvermittler-Becken zum Auftragen des Haftvermittlers zwischen Stahloberfläche und Kunststoffschicht (Sprüh- oder Tauchanlage);
- 3) der Mittelfrequenz-Induktionsspule 1 zum Einbrennen des Primers und wenn ein lösemittelhaltiger Primer eingesetzt wird zum Verdampfen des Lösemittels;
- 4) dem Radiallüfter zum schnelleren Abführen des verdampften Lösemittels;
- 5) der Mittelfrequenz-Induktionsspule 2 zur Vorwärmung des Rohres,

- 6) dem Wirbelsinterbecken mit integrierter Mittelfrequenz-Induktionsspule 3 zum Aufbringen des Beschichtungsmittels. Da das Beschichtungsmittel einen zu geringen dielektrischen Verlustfaktor hat, erwärmt es sich nicht, während das vorgewärmte durchlaufende Stahlrohr sich sehr schnell auf die gewünschte Temperatur erwärmt. Die Schichtdicke wird beim Wirbelsintern maßgeblich durch Vorwärmtemperatur und Tauchzeit geregelt. Im Falle eines durchlaufenden Rohres bedeutet dies, dass die Schichtdicke durch die Generatorleistung und die Vorschubgeschwindigkeit des Rohres verändert werden kann. Beide können am Schalterpult unabhängig voneinander geregelt werden;
- 7) den Einbauten im Wirbelsinterbecken, bestehend aus Luftdusche oberhalb des Rohres, um Pulveranhäufungen zu vermeiden und den Strömungsleitblechen unterhalb des Rohres, um Pulvermangel und dadurch resultierend Poren an der Unterseite des Rohres zu vermeiden. Nur durch die speziellen Einbauten kann eine gleichmäßige Schichtdicke sowohl radial, als auch axial gewährleistet werden;
- 8) der Mittelfrequenz-Induktionsspule 4 zur Glättung der nicht komplett aufgeschmolzenen Beschichtung;
- 9) der Schmelzstrecke, die benötigt wird, um den nach dem Austritt des Rohres aus der Mittelfrequenz-Induktionsspule 4 anhaftenden Beschichtungsbelag durchzuschmelzen und glattzuschmelzen. Die Schicht ist während des Durchlaufens noch heiß und weich und kann daher leicht verletzt werden. Das Rohr darf daher in dieser Phase nicht über Rollen geführt werden.
- 10) der Luftdusche zum Vorabkühlen der Rohroberfläche. Die Rohroberflächentemperatur wird dadurch unter den Schmelzpunkt des Beschichtungsmittels geregelt;
- 11) der Wasserkühlung. Das Rohr läuft in eine Wasserrinne, in der die Schicht weiter abkühlt und erhärtet, so dass hier wieder eine Führung über Rollen möglich ist.

Je nach gewünschter Schichtdicke lassen sich die Induktionsspulen unter 5, 6 und 8 in unterschiedlicher Kombination und Leistung betreiben. Folgende Möglichkeiten des Induktionsspulen-Einsatzes sind dabei gegeben:

5 und 8,

5 und 6,

5, 6 und 8,

6,

6 und 8.

Die Rohre werden jeweils durch Mittelfrequenzinduktion erwärmt. Näherungsformeln für den  
5 Bedarf an elektrischer Energie, die Beschichtungsleistung einer solchen Anlage sowie der  
Pulverbedarf werden angegeben. Mit dem Verfahren können Rohrstücke in einer gewünschten  
Länge zu einem endlosen Strang zusammengekoppelt und im horizontalen Durchlaufverfahren  
mit Kunststoffpulver außenbeschichtet werden. Als Beschichtungsmittel eignen sich  
wirbelfähige, schmelzbare Polymere oder Gemische daraus. Besonders geeignet sind Polyamid-  
10 Pulver, insbesondere auf Basis von Polyamid 11 und Polyamid 12. Dabei lassen sich Pulver  
hergestellt nach DE 29 06 647 (Hüls AG), mit dem Handelsnamen VESTOSINT (Degussa AG)  
besonders gut verarbeiten, da sie aufgrund der Herstellung im Fällverfahren eine besonders  
runde Kornform erreichen. Auf die Rohroberfläche wird zunächst ein handelsüblicher  
Haftvermittler aufgetragen. Als Primer eignen sich dabei alle gängigen Typen für Polymere,  
15 insbesondere diejenigen für Polyamide. Sie können sowohl in Lösung, Suspension oder  
Pulverform aufgetragen werden. Besonders geeignet für VESTOSINT sind die speziell auf  
VESTOSINT abgestimmten Haftvermittler. Wird ein lösemittelhaltiger Haftvermittler mit  
einem Feststoffgehalt von ca. 8 % eingesetzt, so liegt die Schichtdicke des abgelüfteten Primers  
zwischen 5 und 8  $\mu\text{m}$ . Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich einheitliche  
20 Schichtdicken von 50 bis 1 000  $\mu\text{m}$  erzielen. Bevorzugt werden Schichtdicken von 50 bis 300  
 $\mu\text{m}$ , wobei mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Schwankungen von  $\pm 30\%$  erreicht werden  
können. Auf die Rohroberfläche wird zunächst ein handelsüblicher Haftvermittler (z.B.  
VESTOSINT Haftvermittler WS 5) aufgetragen. Die Schichtdicke des abgelüfteten Primers  
typischerweise liegt zwischen 5 und 8  $\mu\text{m}$ . Wird ein lösemittelhaltiger Haftvermittler  
25 eingesetzt, hat dieser in der Regel einen Feststoffgehalt von ca. 8 %.

Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Rohre eignen sich besonders als  
Hydraulik- und Bremsleitungen für z.B. die Automobilindustrie.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren soll im Folgenden näher beschrieben werden.

### Vorwärmen durch Mittelfrequenzinduktion

Die Mittelfrequenz-Induktionserwärmung wurde gewählt, weil es eine im Durchlaufverfahren bequem regulierbare und noch dazu sehr rasche Erwärmungsmethode ist, bei der man den weiteren Vorteil hat, dass die Induktionsspule, die das durchlaufende Rohr erwärmt, direkt im wirbelnden Pulver angeordnet werden kann und dadurch keine Wärmeverluste eintreten. Bei 10 000 Hz und einer Rohrwanddicke von 2 mm dauert das Erwärmen um 300 °C 1 s. Bei kleineren Frequenzen geht das Erwärmen wegen der größeren Eindringtiefe sogar noch schneller vor sich, bei 2 000 Hz würde die Zeit nur 0,73 s für die gleichen Verhältnisse sein. Die Induktionsspule ist als Rohrwendel ausgeführt und wird von Kühlwasser durchströmt; sie bleibt ebenso wie das Pulver kalt. Die Generatoranlage besteht aus dem Maschinengenerator, der die hohe Frequenz erzeugt, dem Schaltschrank mit Schaltpult, der Kondensatorbatterie und der Induktionsspule. Vereinfacht kann man sich die Anlage als Transformator vorstellen, in dessen Primärseite elektrische Energie hoher Frequenz eingespeist wird und dessen Sekundärseite aus nur einer Windung, dem Werkstück, besteht. Die daraus resultierende sehr hohe Stromdichte im Sekundärkreis hat das rasche Erwärmen zur Folge. Bei durchlaufenden Werkstücken kommen nur solche mit gleichbleibendem Querschnitt und einheitlicher Wanddicke in Frage, z. B. rotationssymmetrische Gegenstände wie Drähte, Rohre, Stäbe u. dgl.

### 20 Energiebedarf und Beschichtungsleistung

Die Durchlaufgeschwindigkeit (Vorschub) der Rohre hängt von Rohrdurchmesser und Wanddicke, also vom Gewicht des Rohres pro Längeneinheit, sowie von der Generatorleistung ab. Natürlich spielen auch der Generatorwirkungsgrad und die erforderliche Erwärmung des Rohres eine wesentliche Rolle. Da diese letztgenannten Einflussgrößen jedoch in einer ersten Betrachtung als konstant oder mindestens nicht sehr veränderlich angesehen werden können, können entsprechende mittlere Zahlenwerte angenommen werden. Die erforderliche Generatorleistung ist :

$$30 \quad N = G \cdot c_p \cdot \frac{\Delta t}{860\eta} \quad (1)$$

wobei  $N$  die Generatorleistung in kW,  $G$  das durchlaufende Rohrgewicht in kg/h,  $c_p$  die spezifische Wärme von Stahl ( $\sim 0,12$  kcal/kg grd.),  $\Delta t$  die erforderliche Temperaturerhöhung des Rohres und  $\eta$  der Gesamtwirkungsgrad der Generatoranlage ist (rd. 0,6 bis 0,75). Die Zahl 860 ergibt sich aus der Umrechnung  $1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h}$ . Löst man Gl. (1) nach  $G$  auf und setzt  
 5  $\eta = 0,7$  und  $\Delta t \sim 240^\circ\text{C}$ , so erhält man eine gut brauchbare Faustformel für die maximal erwärmbare Stahlmenge in kg/h bei einer bestimmten Generatorleistung (gültig für vorliegende und ähnliche Verhältnisse):

$$G \approx 20N \quad (2)$$

Mit einem 36-kW-Mittelfrequenz-Generator würde man also rd. 720 kg/h Stahlrohr um  $240^\circ\text{C}$  erwärmen können. Dieser Rechenwert wurde im Beispiel bestätigt.

Für Überschlagsrechnungen gilt als ungefährender Anhaltswert für den Leistungsbedarf (bei den  
 15 vorliegenden und ähnlichen Verhältnissen):

$$N \approx 50 \frac{W}{\text{kg/h}} \quad (3)$$

Diese Faustformeln sind natürlich nicht dimensionsrichtig, weil dimensionsbehaftete Größen (z.B. die spezifische Wärme  $c_p$  mit ihrem Zahlenwert eingesetzt wurden. Trotzdem haben sich solche dimensionsfalschen Gleichungen für Betriebsbelange als recht nützlich erwiesen. Kombiniert man die Formeln für das durchlaufende Rohrgewicht mit der Formel für die erforderliche Generatorleistung, so erhält man für Stahlrohre mit einem spezifischen Gewicht  $\gamma = 7,85 \text{ kg/dm}^3$  eine einfache Beziehung für die größte Durchlaufgeschwindigkeit (Vorschub)  
 25 eines Rohres, die bei gegebener Generatorleistung möglich ist. Muss man z. B. auf einer Rohrbeschichtungsanlage häufig Rohre verschiedener Durchmesser und Wanddicken beschichten, so gibt die folgende Formel schnell einen Anhaltswert für die größte Durchlaufgeschwindigkeit. Für andere Verhältnisse muss der Zahlenfaktor etwas verändert werden:

$$v_{\max} \approx 18 \frac{N}{(d_a - s) \cdot s} \quad (4).$$

Hierin ist die Durchlaufgeschwindigkeit  $v_{\max}$  in m/min, die Generatorleistung  $N$  in kW, der Rohraußendurchmesser  $d_a$  in mm und die Rohrwanddicke  $s$  ebenfalls in mm einzusetzen.

5

**Beispiel:**

10 **Die Rohrbeschichtungsanlage (Bild 01) besteht aus:**

- 1) der Vorbehandlungsanlage zum Reinigen der im Anlieferungszustand meist fettigen Rohre;
- 2) dem Primer (Haftvermittler)-Becken zum Auftragen des Haftvermittlers zwischen Stahloberfläche und Kunststoffschicht (Sprüh- oder Tauchanlage);
- 15 3) der Mittelfrequenz-Induktionsspule 1 zum Einbrennen des Primers und Verdampfen des Lösemittels;
- 4) dem Radiallüfter zum schnelleren Abführen des verdampften Lösemittels;
- 5) der Mittelfrequenz-Induktionsspule 2 zur Vorwärmung des Rohres
- 6) dem Wirbelsinterbecken mit integrierter Mittelfrequenz-Induktionsspule 3 zum Aufbringen der Polyamid 12 Schicht. Da das PA-Pulver einen zu geringen dielektrischen Verlustfaktor hat, erwärmt es sich nicht, während das vorgewärmte durchlaufende Stahlrohr sich sehr schnell auf die gewünschte Temperatur erwärmt. Die Schichtdicke wird beim Wirbelsintern maßgeblich durch Vorwärmtemperatur und Tauchzeit geregelt. Im Falle eines durchlaufenden Rohres bedeutet dies, dass die Schichtdicke durch die Generatorleistung und die Vorschubgeschwindigkeit des Rohres verändert werden kann. Beide können am  
25 Schaltpult unabhängig voneinander geregelt werden;
- 7) den Einbauten im Wirbelsinterbecken, bestehend aus Luftdusche oberhalb des Rohres, um Pulveranhäufungen zu vermeiden und den Strömungsleitblechen unterhalb des Rohres, um Pulvermangel und dadurch resultierend Poren an der Unterseite des Rohres zu vermeiden.



Nur durch die speziellen Einbauten kann eine gleichmäßige Schichtdicke sowohl radial, als auch axial gewährleistet werden;

- 8) der Mittelfrequenz-Induktionsspule 4 zur Glättung der nicht komplett aufgeschmolzenen Polyamid-Schicht;
  - 5 9) der Schmelzstrecke, die benötigt wird, um den nach dem Austritt des Rohres aus der Mittelfrequenz-Induktionsspule 4 anhaftenden Polyamidbelag durchzuschmelzen und glattzuschmelzen. Die Schicht ist während des Durchlaufens noch heiß und weich und kann daher leicht verletzt werden. Das Rohr darf daher in dieser Phase nicht über Rollen geführt werden.
  - 10 10) der Luftdusche zum Vorabkühlen der Rohroberfläche. Die Rohroberflächentemperatur wird dadurch unter den Schmelzpunkt des Polyamids geregelt;
  - 11) der Wasserkühlung. Das Rohr läuft in eine Wasserrinne, in der die Schicht weiter abkühlt und erhärtet, so dass hier wieder eine Führung über Rollen möglich ist.
- 15 Die Ergebnisse einer Versuchsreihe auf der beschriebenen Anlage sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Für die Beispiele 1 bis 7 wurde jeweils Polyamid 12 Fällpulver vom Typ VESTOSINT 2157 der Degussa AG eingesetzt. Bei allen angegebenen Beispielen fand keine Vorbehandlung durch Chromatieren statt.

## Versuche zur kontinuierlichen Rohrbeschichtung mit PA 12

Beispiele	V.-Nr.	Ø Rohr [mm]	V <sub>Rohr</sub> [m/min]	Spule				Pulverstand (ohne Wirbeln) [mm]	Einbauten im WS-Becken		Schicht [µm]	Bemerkung
				I [kW]	II [kW]	III [kW]	IV [kW]		Spalt [mm]	Düsen [bar]		
1	980420-001	12x1	14		10	1,5	4,5	160	7	2-1-1-2	130-160	
2	980421-003	12x1	14		10	1,5	4,5	165	7	2-1-1-2	120-160	
3	980422-003	12x1	14		9	1,5	7,5	163	7	2-1-1-2	100-140	
4	980422-010	12x1	14		1,5	1,5	7,5	160	7	2-1-1-2	120±140	Primer
5	000619-1	10x1	5,5		2,7	3,6	4,86	160	6	2-1-1-2	100-160	Primer
6	000620-3	10x1	5,5		2,7	3,6	4,86	163	8	2-1-1-2	120-160	
7	000620-4	10x1	5,5		2,7	3,6	4,86	163	4	2-1-1-2	80-160	Primer

Spule I Primertrocknung I

5 Spule II Rohrvorwärmung

Spule III Wirbelsinterbecken

Spule IV Glättung

Spule V Primertrocknung V

Prüfungen an geprimerten Rohren

a) TL 222 Korrosionsschutzüberzüge auf Bremsrohren (Oberflächenschutzanforderungen)

**Ausf. D-Zn/PA**

5      Korrosionsbeständigkeit: Prüfdauer 500 h mit Ritzspur gemäß DIN 53 167;  
Unterwanderung  $W_b \leq 2\text{mm}$

Korrosionsbeständigkeit: Prüfdauer 500 h im Anschluss an Steinschlagtest gemäß PV  
1213; keine Grundmetallkorrosion

10      Korrosionsbeständigkeit: Prüfdauer 1000 h; keine Zinkkorrosion, keine Grundmetall-  
korrosion sowie kein Ablösen der PA-Schicht

Chemikalienbeständigkeit: nach TL 222 Punkt 5; keine Blasenbildung oder Erweichen der  
Kunststoffschicht aufgetreten

15      Nach 24-stündigem Ablüften und anschließendem Wickeln um  
einen Dorn ( $360^\circ$ ) von 16 mm keine sichtbaren Risse oder  
folienartige Ablösungen des PA-Überzuges aufgetreten

b) Haftungsprüfungen an geprimerten Rohren nach Wasserlagerung, Prüfung mittels  
Messerspitze:

20

Rohre ohne Ritzspur

Trockenprüfung, einen Tag nach der Beschichtung: sehr gute Haftung

25      Trockenprüfung, einen Tag nach der Beschichtung an einem gewickelten Rohr (um 16mm  
Dorn); sehr gute Haftung

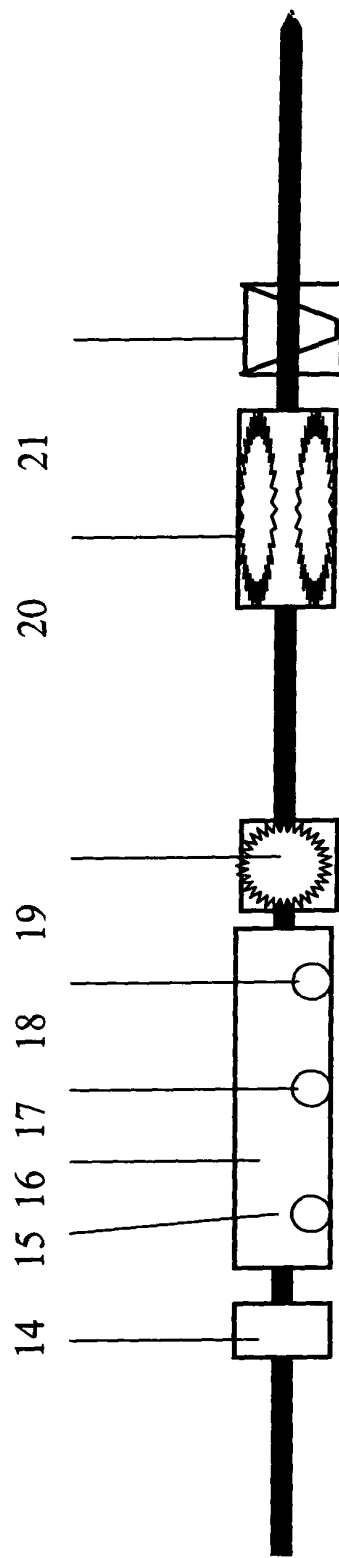
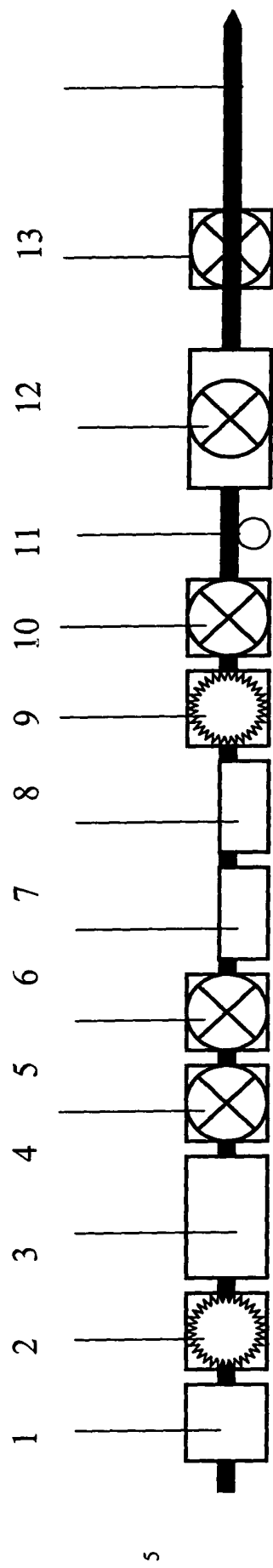
3 Tage Wasserlagerung, direkt nach Herausnahme sehr gute Haftung

Rohre mit Ritzspur

30      Trockenprüfung, einen Tag nach der Beschichtung: sehr gute Haftung

3 Tage Wasserlagerung, direkt nach Herausnahme sehr gute Haftung

- 1    Reinigungsanlage
- 2    Antrieb 1
- 3    Primerstation
- 4    Induktion 1 (Spule I – Primertrocknung)
- 5    5   Induktion 2 (Spule V – Primertrocknung)
- 6    Radiallüfter 1
- 7    Radiallüfter 2
- 8    Antrieb 2
- 9    Induktion 3 (Vorwärmung)
- 10   Auflagerolle 1
- 11   Wirbelsinterbecken inkl. Induktion 4
- 12   Antrieb 3
- 13   ROHR
- 14   Abblasdüse
- 15   15   Auflagerolle 2
- 16   Wasserbecken
- 17   Auflagerolle 3
- 18   Auflagerolle 4
- 19   Antrieb 4
- 20   20   Antrieb 5 (Raupenabzug)
- 21   Hacker



**Patentansprüche:**

1. Verfahren zum chromatfreien Beschichten von Rohren durch Wirbelsintern mit Hilfe von pulverförmigen, schmelzbaren Polymeren als Beschichtungsmittel,  
dadurch gekennzeichnet, dass man:

- 1) in einer Vorbehandlungsanlage die Rohre reinigt,
- 2) einen Primer auf das Rohr aufbringt,
- 3) mit einer Mittelfrequenz-Induktionsspule den Primer einbrennt und bei Einsatz eines lösemittelhaltigen Primers das Lösemittel verdampft,
- 4) einen Radiallüfter zum schnelleren Abführen des verdampften Lösemittels einsetzt,
- 5) eine Mittelfrequenz-Induktionsspule zur Vorwärmung des Rohres verwendet,
- 6) mit einem Wirbelsinterbecken mit integrierter Mittelfrequenz-Induktionsspule eine Beschichtung aufbringt,
- 7) durch Einbauen im Wirbelsinterbecken, bestehend aus Luftdusche oberhalb des Rohres Pulveranhäufungen vermeidet und den Strömungsleitblechen unterhalb des Rohres Pulvermangel und dadurch resultierend Poren an der Unterseite des Rohres vermeidet,
- 8) mit einer Mittelfrequenz-Induktionsspule die nicht komplett aufgeschmolzene Beschichtung glättet,
- 9) auf einer Schmelzstrecke den anhaftenden Beschichtungsbelag durchschmelzt und glattschmelzt,
- 10) mit einer Luftdusche die Rohroberfläche vorab abkühlt,
- 11) durch Wasserkühlung die Beschichtung weiter abkühlt und erhärtet.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die 3 Induktionsspulen unter den Punkten 5, 6 und 8 in Abhängigkeit der Schichtdicke der Beschichtung wie folgt eingesetzt werden:  
Einsatz der Induktionsspulen 5 und 8,  
oder Einsatz der Induktionsspulen 5 und 6

oder Einsatz der Induktionsspulen 5, 6 und 8

oder Einsatz der Induktionsspule 6,

oder Einsatz der Induktionsspulen 6 und 8.

- 5    3.    Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Beschichtungsmittel Polyamid eingesetzt wird.

4.    Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Polyamid 11 oder Polyamid 12 eingesetzt wird.

- 15    5.    Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Polyamid 12 aus Fällpulver eingesetzt wird.

- 20    6.    Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein handelsüblicher Haftvermittler in Form von Suspension, Lösung oder Pulver  
aufgetragen wird.

- 25    7.    Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Polymerschicht 50 bis 1 000  $\mu\text{m}$  beträgt und die mittlere Abweichung 30 %  
nicht übersteigt.

- 30    8.    Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Polymerschicht 50 bis 300  $\mu\text{m}$  beträgt und die mittlere Abweichung 30 % nicht  
übersteigt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Polymerschicht 50 bis 300  $\mu\text{m}$  beträgt und die mittlere Abweichung 20 % nicht  
übersteigt.

5

10. Chromatfrei beschichtete Rohre,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass auf dem Rohr eine Primerschicht aufgebracht wurde und ein wirbelfähiges,  
schmelzfähiges Polymer im Wirbelsinterverfahren aufgebracht wurde.



**Zusammenfassung:**

**Kontinuierliche chromatfreie Rohrbeschichtung durch Wirbelsintern**

- 5 Es wird eine kontinuierliche Anlage zum chromatfreien Beschichten von Rohren durch Wirbelsintern beschrieben.